

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 931 980 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.07.1999 Patentblatt 1999/30

(51) Int. Cl.⁶: F23D 23/00, F23D 17/00,
F23C 7/00, F23D 14/78

(21) Anmeldenummer: 98810037.6

(22) Anmeldetag: 23.01.1998

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE
Benannte Erstattungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

• Köster, Dieter
5301 Siggenthal-Station (CH)
• Ruck, Thomas
5507 Mellingen (CH)

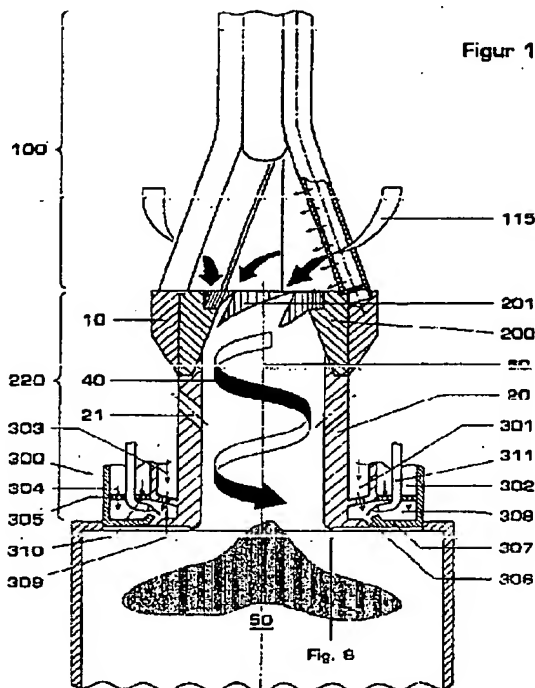
(71) Anmelder: ABB RESEARCH LTD.
8050 Zürich (CH)

(74) Vertreter: Klein, Ernest et al
Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht (TEI)
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• Jansohn, Peter, Dr.
79790 Küssaberg (DE)

(54) Brenner für den Betrieb eines Wärmeerzeugers

(57) Bei einem Brenner zum Betrieb einer Brennkammer, der im wesentlichen aus einem Drallerzeuger (100), einem dem Drallerzeuger nachgeschalteten Uebergangsstück (200) und einem Mischrohr (20) besteht, wobei Uebergangsstück (200) und Mischrohr (20) die Mischstrecke des Brenners bilden und stromauf eines Brennraumes (30) angeordnet sind. Im unteren Bereich des Mischrohrs (20) ist ein Pilotbrennersystem (300) angeordnet, welches bei minimierten Schadstoff-Emissionen eine Stabilisation der Flammenfront, insbesondere in den transienten Lastbereichen bildet. In das Pilotbrennersystem (300) ist mindestens eine Zündvorrichtung (311) integriert.



EP 0 931 980 A1

1

EP 0 931 980 A1

2

Beschreibung**Technisches Gebiet**

[0001] Die Erfindung betrifft einen Brenner für den Betrieb eines Wärmeerzeugers gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

Stand der Technik

[0002] Aus EP-0 780 629 A2 ist ein Brenner bekannt geworden, der anströmungsseitig aus einem Drallerzeuger besteht, wobei die hierin gebildete Strömung nahtlos in eine Mischstrecke übergeführt wird. Dies geschieht anhand einer am Anfang der Mischstrecke zu diesem Zweck gebildeten Strömungsgeometrie, welche aus Uebergangskanälen besteht, die sektoriell, entsprechend der Zahl der wirkenden Teilkörper des Drallerzeugers, die Stirnfläche der Mischstrecke erfassen und in Strömungsrichtung drallförmig verlaufen. Abströmungsseitig dieser Uebergangskanäle weist die Mischstrecke eine Anzahl Filmlegungsbohrungen auf, welche eine Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit entlang der Rohrwand gewährleisten. Anschliessend folgt eine Brennkammer, wobei der Uebergang zwischen der Mischstrecke und der Brennkammer durch einen Querschnittsprung gebildet wird, in dessen Ebene sich eine Rückströmzone oder Rückströmblase bildet.

[0003] Die Drallstärke im Drallerzeuger wird demnach so gewählt, dass das Aufplatzen des Wirbels nicht innerhalb der Mischstrecke, sondern weiter stromab erfolgt, wie oben ausgeführt, im Bereich des Querschnittsprunges. Die Länge der Mischstrecke ist so dimensioniert, dass eine ausreichende Mischungsgüte für alle Brennstoffarten gewährleistet ist.

[0004] Obschon dieser Brenner gegenüber denjenigen aus dem vorangegangenen Stand der Technik eine signifikante Verbesserung hinsichtlich Stärkung der Flammenstabilität, tieferer Schadstoff-Emissionen, geringerer Pulsationen, vollständigen Ausbrandes, grossen Betriebsbereichs, guter Querbündelung zwischen den verschiedenen Brennern, kompakter Bauweise, verbesserter Mischung, etc., gewährleistet, zeigt es sich, dass dieser Brenner keine autonome Vorkehrungen aufweist, um die Gasturbine insbesondere in ihren transienten Lastbereichen sicher fahren zu können. Beispielsweise im Teillastbereich muss der Brenner mit einer Stützflamme unterstützt werden. Dabei muss die Integration von solchen Vorkehrungen in den Brenner zu keinen zusätzlichen Schadstoff-Emissionen führen, welche die betrieblichen und emissionsmässigen Vorteile des zugrundegelegten Brenners in Frage stellen könnten.

Hinzu kommt, dass herkömmlicherweise diese Brenner in Gasturbinen mittels eines speziellen Zünders gezündet werden. Diese Zünder funktionieren meist mit Hochspannung, die den Zündfunken liefert, der entweder bei

grosser Leistung direkt als Zündquelle dient oder eine Zündfackel entzündet. Diese Zünder bedingen eine separate Durchführung und Abdichtung des Zünders und seiner Leitungen durch die Gehäuse der Gasturbine bis in die Brennkammer. Die bestehenden Zündsysteme haben aber folgende Nachteile:

- a) Kostenaufwendige separate Durchführung und Abdichtung des Zünders und seiner Leitungen durch die Gehäuse der Gasturbine bis in die Brennkammer;
- b) Querbündelung innerhalb der Brennkammer aufgrund der geringen Zünderzahl (meist aus Kostengründen nur 1 Zünder);
- c) Thermische Belastung des Zünders durch die Positionierung in der Brennkammer, die z.B. Kühlung des Zünders erfordert, weshalb es durch mögliche Undichtheiten zu Leckagen kommt;
- d) Hohe Anfälligkeit gegen Kondenswasser, wobei Kurzschlüsse den Zündfunken ableiten.

Darstellung der Erfindung

[0005] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem Brenner der eingangs genannten Art Vorkehrungen vorzuschlagen, welche eine Stärkung der Flammenstabilität für einen stabilen Betrieb, insbesondere in den transienten Lastbereichen, gewährleisten, immer unter der weiteren Aufgabenstellung, dass die Schadstoff-Emissionen tief bleiben, gleichzeitig sollen bei diesen Vorkehrungen Massnahmen ergriffen werden, welche betreffend Zündsysteme die obengenannten Nachteile zu beheben vermögen.

[0006] Zu diesem Zweck wird der Brenner derart erweitert, dass im Bereich seines Ueberganges zum nachgeschalteten Brennraum ein ringförmiges System zur Bereitstellung eines Brennstoff/Luft-Gemisches vorgesehen wird, das allgemein als Pilotstufe fungiert. Durch eine Anzahl in Umfangsrichtung vorgehener Austrittsbohrungen in den Brennraum werden entsprechende Pilotbrenner geschaffen, welche aus Stabilitätsgründen im Diffusionsbetrieb betrieben werden und direkt in den Brennraum wirken.

[0007] Die wesentlichen Vorteile des erfindungsgemässen Gegenstandes sind darin zu sehen, dass diese einzelnen Pilotbrenner mit einem geringen Gasanteil betrieben werden, so dass sich das dort eingebrachte Gas mit einem verhältnismässig kleinen Luftanteil vermischt und als vorgemischte Flamme mit minimierten Schadstoff-Emissionen brennt.

[0008] Diese Luftmenge übernimmt zunächst anhand einer Prallkühlung die Kühlung der brennkammerabgewandten Seite, bevor sie sich dann mit dem Gas vermischt und anschliessend als vorgemischte Flamme mit minimierten Schadstoff-Emissionen die Pilotierung des Brennraumes aufrechterhält.

3

EP 0 931 980 A1

4

[0009] Durch diese Prallkühlung ist die Obeffläche des Pilotgasringes vom heissen Gas und von der Flammenstrahlung aus dem Brennraum weitgehend isoliert, so dass die thermische Belastung in diesem Bereich wesentlich verringert wird.

[0010] Auch bei 100% Pilotbetrieb brennen die einzelnen Pilotbrenner, aus Stabilitätsgründen im Diffusionsbetrieb, da hier der Anteil der Kühlluft gegenüber dem Gas sehr klein ist.

[0011] Mit dem erfindungsgemässen Gegenstand wird auch erreicht, dass die minimierte Kühlmenge ebenfalls dem Brennprozess zugeführt werden kann.

[0012] Die geleitete Heranführung der genannten Kühlluft wird gleichzeitig dazu verwendet, um eine dort integrierte Zündvorrichtung für den jeweiligen Pilotbrenner vorzusehen, womit diese integrierte Zündvorrichtung für den Pilotbrenner Bestandteil des Brennersystems wird, das auswechselbar in der Gasturbine montiert ist. Durch die Integration der Zündvorrichtung in den Brenner können mehrere oder alle Pilotbrenner mit einem Zünder ausgestattet werden, wodurch optimale Querzündungseigenschaften erzielt werden. Vorzugsweise geschieht die Zündung des Pilotbrenners mittels eines Glühzündstiftes oder mittels einer Zündkerze.

[0013] Vorteilhafte und zweckmässige Weiterbildungen der erfindungsgemässen Aufgabenlösung sind in den weiteren Ansprüchen gekennzeichnet.

[0014] Im folgenden werden anhand der Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Alle für das unmittelbare Verständnis der Erfindung unwesentlichen Merkmale sind fortgelassen worden. Gleiche Elemente sind in den verschiedenen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die Strömungsrichtung der Medien ist mit Pfeilen angegeben.

Kurze Bezeichnung der Zeichnungen

[0015] Es zeigt:

Fig. 1 einen als Vormischbrenner ausgelegten Brenner mit einer Mischstrecke stromab eines Drallerzeugers sowie mit Pilotbrennern,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Brenners gemäss Fig. 1 mit Disposition der zusätzlichen Brennstoff-Injektoren,

Fig. 3 einen aus mehreren Schalen bestehenden Drallerzeuger in perspektivischer Darstellung, entsprechend aufgeschnitten,

Fig. 4 einen Querschnitt durch einen zweisechaligen Drallerzeuger,

Fig. 5 einen Querschnitt durch einen vierschaligen Drallerzeuger.

Fig. 6 eine Ansicht durch einen Drallerzeuger, dessen Schalen schaufelförmig profiliert sind,

Fig. 7 eine Ausgestaltung der Uebergangsgeometrie zwischen Drallerzeuger und Mischstrecke und

Fig. 8 eine Abrisskante zur räumlichen Stabilisierung der Rückströmzone.

Wege zur Ausführung der Erfindung, gewerbliche Verwendbarkeit

[0016] Fig. 1 zeigt den Gesamtaufbau eines Brenners. Anfänglich ist ein Drallerzeuger 100 wirksam, dessen Ausgestaltung in den nachfolgenden Fig. 3-6 noch näher gezeigt und beschrieben wird. Es handelt sich bei diesem Drallerzeuger 100 um ein kegelförmiges Gebilde, das tangential mehrfach von einem tangential einströmenden Verbrennungsluftstromes 115 beaufschlagt wird. Die sich hierin bildende Strömung wird anhand einer stromab des Drallerzeugers 100 vorgesehener Uebergangsgeometrie mittels in ein Uebergangsstück 200 übergeleitet, dergestalt, dass dort keine Ablösungsgebiete auftreten können. Die Konfiguration dieser Uebergangsgeometrie wird unter Fig. 6 näher beschrieben. Dieses Uebergangsstück 200 ist abströmungsseitig der Uebergangsgeometrie durch ein Mischrohr 20 verlängert, wobei beide Teile die eigentliche Mischstrecke 220 bilden. Selbstverständlich kann die Mischstrecke 220 aus einem einzigen Stück bestehen, d.h. dann, dass das Uebergangsstück 200 und das Mischrohr 20 zu einem einzigen zusammenhängenden Gebilde verschmelzen, wobei die Charakteristiken eines jeden Teils erhalten bleiben. Werden Uebergangsstück 200 und Mischrohr 20 aus zwei Teilen erstellt, so sind diese durch einen Buchsenring 10 verbunden, wobei der gleiche Buchsenring 10 kopfseitig als Verankerungsfläche für den Drallerzeuger 100 dient. Ein solcher Buchsenring 10 hat darüber hinaus den Vorteil, dass verschiedene Mischrohre eingesetzt werden können. Abströmungsseitig des Mischrohrs 20 befindet sich der eigentliche Brennraum 30 einer Brennkammer, welche hier lediglich durch ein Flammrohr versinnbildlicht ist. Die Mischstrecke 220 erfüllt weitgehend die Aufgabe, dass stromab des Drallerzeugers 100 eine definierte Strecke bereitgestellt wird, in welcher eine perfekte Vormischung von Brennstoffen verschiedener Art erzielt werden kann. Diese Mischstrecke, also vordergründig das Mischrohr 20, ermöglicht das weitere eine verlustfreie Strömungsführung, so dass sich auch in Wirkverbindung mit der Uebergangsgeometrie zunächst keine Rückströmzone oder Rückströmblase bilden kann, womit über die Länge der Mischstrecke 220 auf die Mischungsgüte für alle Brennstoffarten Einfluss ausgeübt werden kann. Diese Mischstrecke 220 hat aber noch eine andere Eigenschaft, welche darin besteht, dass in ihr selbst das

3

5

EP 0 931 980 A1

6

Axialgeschwindigkeits-Profil ein ausgeprägtes Maximum auf der Achse besitzt, so dass eine Rückzündung der Flamme aus der Brennkammer nicht möglich ist. Allerdings ist es richtig, dass bei einer solchen Konfiguration diese Axialgeschwindigkeit zur Wand hin abfällt. Um Rückzündung auch in diesem Bereich zu unterbinden, wird das Mischrohr 20 in Strömungs- und Umfangsrichtung mit einer Anzahl regelmässig oder unregelmässig verteilter Bohrungen 21 verschiedenster Querschnitte und Richtungen versehen, durch welche eine Luftmenge in das Innere des Mischrohrs 20 strömt, und entlang der Wand im Sinne einer Filmlegung eine Erhöhung der Durchfluss-Geschwindigkeit induzieren. Diese Bohrungen 21 können auch so ausgelegt werden, dass sich an der Innenwand des Mischrohrs 20 mindestens zusätzlich noch eine Effusionskühlung einstellt. Eine andere Möglichkeit eine Erhöhung der Geschwindigkeit des Gemisches innerhalb des Mischrohrs 20 zu erzielen, besteht darin, dass dessen Durchflussquerschnitt abströmungsseitig der Uebergangskanäle 201, welche die bereits genannten Uebergangsgeometrie bilden, eine Verengung erfährt, wodurch das gesamte Geschwindigkeitsniveau innerhalb des Mischrohrs 20 angehoben wird. In der Figur verlaufen diese Bohrungen 21 unter einem spitzen Winkel gegenüber der Brennerachse 60. Des weiteren entspricht der Auslauf der Uebergangskanäle 201 dem engsten Durchflussquerschnitt des Mischrohrs 20. Die genannten Uebergangskanäle 201 überbrücken demnach den jeweiligen Querschnittsunterschied, ohne dabei die gebildete Strömung negativ zu beeinflussen. Wenn die gewählte Vorkehrung bei der Führung der Rohrströmung 40 entlang des Mischrohrs 20 einen nicht tolerierbaren Druckverlust auslöst, so kann hiergegen Abhilfe geschaffen werden, indem am Ende dieses Mischrohrs ein in der Figur nicht gezeigter Diffusor vorgesehen wird. Am Ende des Mischrohrs 20 schliesst sich sodann eine Brennkammer 30 (Brennraum) an, wobei zwischen den beiden Durchflussquerschnitten ein durch eine Brennerfront 70 gebildeter Querschnittsprung vorhanden ist. Erst hier bildet sich eine zentrale Flammenfront mit einer Rückströmzone 50, welche gegenüber der Flammenfront die Eigenschaften eines körperlosen Flammenhalters aufweist. Bildet sich innerhalb dieses Querschnittsprunges während des Betriebes eine strömungsmässige Randzone, in welcher durch den dort vorherrschenden Unterdruck Wirbelablösungen entstehen, so führt dies zu einer verstärkten Ringstabilisation der Rückströmzone 50. Danebst darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Erzeugung einer stabilen Rückströmzone 50 auch eine ausreichend hohe Drallzahl in einem Rohr erfordert. Ist eine solche zunächst unerwünscht, so können stabile Rückströmzonen durch die Zufuhr kleiner stark verdrahlter Luftströmungen am Rohrende, beispielsweise durch tangentielle Öffnungen, erzeugt werden. Dabei geht man hier davon aus, dass die hierzu benötigte Luftmenge in etwa 5-20% der Gesamtluftmenge beträgt.

Was die Ausgestaltung der Brennerfront 70 am Ende des Mischrohrs 20 zur Stabilisierung der Rückströmzone oder Rückströmzone 50 betrifft, wird auf die Beschreibung unter Fig. 8 verwiesen. Konzentrisch zum Mischrohr 20, im Bereich seines Auslaufes, wird ein Pilotbrennersystem 300 vorgesehen. Dieses besteht aus einer inneren Ringkammer 301, in welche ein Brennstoff, vorzugsweise ein gasförmiger Brennstoff 303 einströmt. Nebengeordnet zu dieser Inneren Ringkammer 301 ist eine zweite Ringkammer 302 disponiert, in welche eine Luftmenge 304 einströmt. Beide Ringkammern 301, 302 weisen individuell gestaltete Durchgangsöffnungen auf, dergestalt, dass die einzelnen Medien 303, 304 funktionsbedingt in eine gemeinsame nachgeschaltete Ringkammer 308 strömen. Die Überleitung des gasförmigen Brennstoffes 303 von der Ringkammer 301 in die nachgeschaltete Ringkammer 308 wird durch eine Anzahl in Umfangsrichtung angeordneter Öffnungen 309 bewerkstelligt. Die Durchgangsgeometrie dieser Öffnungen 309 ist so gestaltet, dass der gasförmige Brennstoff 303 mit einem grossen Vermischungspotential in die nachgeschaltete Ringkammer 308 einströmt. Die andere Ringkammer 302 schliesst mit einer gelochten Platte 305 ab, wobei die hier vorgesehenen Bohrungen 310 so gestaltet sind, dass die dort durchströmende Luftmenge 304 eine Prallkühlung auf die Bodenplatte 307 der nachgeschalteten Ringkammer 308. Diese Bodenplatte hat die Funktion eines Hitzeschutzbleches gegenüber der kalorischen Belastung aus dem Brennraum 30, so dass diese Prallkühlung hier ausserst effizient ausfallen muss. Diese Luft vermischt sich nach vollzogener Kühlung innerhalb dieser Ringkammer 308 mit dem hinzuströmenden gasförmigen Brennstoff 303 aus den Öffnungen 309 der stromauf angeordneten Ringkammer 301, bevor dieses Gemisch dann durch eine Anzahl brennraumseitig angeordneter Bohrungen 306 in den Brennraum 30 abströmt. Das hier ausströmende Gemisch brennt als vorgemischte Diffusionsflamme mit minimierten Schadstoff-Emissionen und bildet sonach je Bohrung 306 einen in den Brennraum 30 wirkenden Pilotbrenner, welcher einen stabilen Betrieb gewährleistet.

[0017] Durch die luftdurchströmte nebengeordnete Ringkammer 302 wird eine Zündvorrichtung 311 durchgeführt, welche in der nachgeschalteten Ringkammer 308 die Zündung des sich dort bildenden Gemisches bewerkstelligt. Zum einen braucht es für diese Durchleitung der Zündvorrichtung 311 keine weiteren konstruktiven Massnahmen, und zum anderen wird diese Zündvorrichtung 311 ständig durch die dort ohnehin strömende Luft 304 gekühlt. Dies ist sehr wichtig, da beim Einsatz eines Glühzündstiftes an der Spitze Temperaturen von ca. 1000°C erreicht werden. Da aber für den hier vorgeschlagene Betrieb nur eine geringe Spannung, dafür hoher Strom erforderlich ist, entfällt mithin die Anfälligkeit der Zündvorrichtung gegen Kondenswasserausscheidungen. Durch die Anordnung des

7

EP 0 931 980 A1

8

Glühzündstiftes, wobei der Einsatz einer Zündkerze ebenfalls möglich ist, innerhalb des Brenners ist die jeweilige Zündvorrichtung 311 thermisch gering belastet, womit keiner zusätzlichen Kühlung bedarf und Leckagen werden dadurch auch vermieden.

[0018] Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht des Brenners gemäss Fig. 1, wobei hier insbesondere auf die Umspülung einer zentral angeordneten Brennstoffdüse 103 und auf die Wirkung von Brennstoff-Injektoren 170 hingewiesen wird. Die Wirkungsweise der restlichen Hauptbestandteile des Brenners, nämlich Drallerzeuger 100 und Uebergangsstück 200 werden unter den nachfolgenden Figuren näher beschrieben. Die Brennstoffdüse 103 wird mit einem beabstandeten Ring 190 ummantelt, in welchem eine Anzahl in Umfangsrichtung disponierter Bohrungen 161 gelegt sind, durch welche eine Luftmenge 160 in eine ringförmige Kammer 180 strömt und dort die Umspülung der Brennstofflanze vornimmt. Diese Bohrungen 161 sind schräg nach vorne angelegt, dergestalt, dass eine angemessene axiale Komponente auf der Brennerachse 60 entsteht. In Wirkverbinding mit diesen Bohrungen 161 sind zusätzliche Brennstoff-Injektoren 170 vorgesehen, welche eine bestimmte Menge vorzugsweise eines gasförmigen Brennstoffes in die jeweilige Luftmenge 160 eingeben, dergestalt, dass sich im Mischrohr 20 eine gleichmässige Brennstoffkonzentration 150 über den Strömungsquerschnitt einstellt, wie die Darstellung in der Figur veranschaulichen will. Genau diese gleichmässige Brennstoffkonzentration 150, insbesondere die starke Konzentration auf der Brennerachse 60 sorgt dafür, dass sich eine Stabilisierung der Flammenfront am Ausgang des Brenners einstellt, womit auftretende Brennkammerpulsationen vermieden werden.

[0019] Um den Aufbau des Drallerzeugers 100 besser zu verstehen, ist es von Vorteil, wenn gleichzeitig zu Fig. 3 mindestens Fig. 4 herangezogen wird. Im folgenden wird bei der Beschreibung von Fig. 3 nach Bedarf auf die übrigen Figuren hingewiesen.

[0020] Der erste Teil des Brenners nach Fig. 1 bildet den nach Fig. 3 gezeigten Drallerzeuger 100. Dieser besteht aus zwei hohen kegelförmigen Teilkörpern 101, 102, die versetzt zueinander ineinandergeschachtelt sind. Die Anzahl der kegelförmigen Teilkörper kann selbstverständlich grösser als zwei sein, wie die Figuren 5 und 6 zeigen; dies hängt jeweils, wie weiter unten noch näher zur Erläuterung kommen wird, von der Betriebsart des ganzen Brenners ab. Es ist bei bestimmten Betriebskonstellationen nicht ausgeschlossen, einen aus einer einzigen Spirale bestehenden Drallerzeuger vorzusehen. Die Versetzung der jeweiligen Mittelachse oder Längssymmetrieachsen 101b, 102b (Vgl. Fig. 4) der kegelförmigen Teilkörper 101, 102 zueinander schafft bei der benachbarten Wandung, in spiegelbildlicher Anordnung, jeweils einen tangentialen Kanal, d.h. einen Lufteintrittsschlitz 119, 120 (Vgl. Fig. 4), durch welche die Verbrennungsluft 115 in Innenraum des Drallerzeugers 100, d.h. in den Kegelhohlraum 114

desselben strömt. Die Kegelform der gezeigten Teilkörper 101, 102 in Strömungsrichtung weist einen bestimmten festen Winkel auf. Selbstverständlich, je nach Betriebseinsatz, können die Teilkörper 101, 102 in Strömungsrichtung eine zunehmende oder abnehmende Kegelneigung aufweisen, ähnlich einer Trompete resp. Tulpe. Die beiden letztgenannten Formen sind zeichnerisch nicht erfasst, da sie für den Fachmann ohne weiteres nachempfindbar sind. Die beiden kegelförmigen Teilkörper 101, 102 weisen je einen zylindrischen ringförmigen Anfangsteil 101a auf. Im Bereich dieses zylindrischen Anfangsteils ist die bereits unter Fig. 2 erwähnte Brennstoffdüse 103 untergebracht, welche vorzugsweise mit einem flüssigen Brennstoff 112 betrieben wird. Die Eindüsung 104 dieses Brennstoffes 112 fällt in etwa mit dem engsten Querschnitt des durch die kegelförmigen Teilkörper 101, 102 gebildeten Kegelhohlraumes 114 zusammen. Die Eindüsenkapazität und die Art dieser Brennstoffdüse 103 richtet sich nach den vorgegebenen Parametern des jeweiligen Brenners. Die kegelförmigen Teilkörper 101, 102 weisen des weiteren je eine Brennstoffleitung 108, 109 auf, welche entlang der tangentialen Lufteintrittsschlitz 119, 120 angeordnet und mit Eindüsenöffnungen 117 versehen sind, durch welche vorzugsweise ein gasförmiger Brennstoff 113 in die dort durchströmende Verbrennungsluft 115 eingeblas wird, wie dies die Pfeile 116 veranschaulichen wollen. Diese Brennstoffleitungen 108, 109 sind vorzugsweise spätestens am Ende der tangentialen Einströmung, vor Eintritt in den Kegelhohlraum 114, angeordnet, dies um eine optimale Luft/Brennstoffmischung zu erhalten. Bei dem durch die Brennstoffdüse 103 herangeführten Brennstoff 112 handelt es sich, wie erwähnt, im Normalfall um einen flüssigen Brennstoff, wobei eine Gemischbildung mit einem anderen Medium, beispielsweise mit einem rückgeführten Rauchgas, ohne weiteres möglich ist. Dieser Brennstoff 112 wird unter einem vorzugsweise sehr spitzen Winkel in den Kegelhohlraum 114 eingeblas. Aus der Brennstoffdüse 103 bildet sich sonach ein kegelförmiges Brennstoffspray 105, das von der tangential einströmenden rotierenden Verbrennungsluft 115 umschlossen und abgebaut wird. In axialer Richtung wird so die Konzentration des eingeblasen Brennstoffes 112 fortlaufend durch die einströmenden Verbrennungsluft 115 zu einer Vermischung Richtung Verdampfung abgebaut. Wird ein gasförmiger Brennstoff 113 über die Öffnungsdüsen 117 eingebracht, geschieht die Bildung des Brennstoff/Luft-Gemisches direkt am Ende der Lufteintrittsschlitz 119, 120. Ist die Verbrennungsluft 115 zusätzlich vorgeheizt, oder beispielsweise mit einem rückgeführten Rauchgas oder Abgas angereichert, so unterstützt dies nachhaltig die Verdampfung des flüssigen Brennstoffes 112, bevor dieses Gemisch in die nachgeschaltete Stufe strömt, hier in das Uebergangsstück 200 (Vgl. Fig. 1 und 7). Die gleichen Ueberlegungen gelten auch, wenn über die Leitungen 108, 109 flüssige Brennstoffe zugeführt werden sollten. Bei

der Gestaltung der kegeligen Teilkörper 101, 102 hinsichtlich des Kegelwinkels und der Breite der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 sind an sich enge Grenzen einzuhalten, damit sich das gewünschte Strömungsfeld der Verbrennungsluft 115 am Ausgang des Drallerzeugers 100 einstellen kann. Allgemein ist zu sagen, dass eine Verkleinerung der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 die schnellere Bildung einer Rückströmzone bereits im Bereich des Drallerzeugers begünstigt. Die Axialgeschwindigkeit innerhalb des Drallerzeugers 100 lässt sich durch eine entsprechende unter Fig. 2 (Pos. 160) näher beschriebene Zuführung einer Luftmenge erhöhen bzw. stabilisieren. Eine entsprechende Drallerzeugung in Wirkverbindung mit dem nachgeschalteten Uebergangsstück 200 (Vgl. Fig. 1 und 7) verhindert die Bildung von Strömungsabläsungen innerhalb des dem Drallerzeuger 100 nachgeschalteten Mischrohr. Die Konstruktion des Drallerzeugers 100 eignet sich des weiteren vorzüglich, die Grösse der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 zu verändern, womit ohne Veränderung der Baulänge des Drallerzeugers 100 eine relativ grosse betriebliche Bandbreite erfasst werden kann. Selbstverständlich sind die Teilkörper 101, 102 auch in einer anderen Ebene zueinander verschiebbar, wodurch sogar eine Ueberlappung derselben vorgesehen werden kann. Es ist des weiteren möglich, die Teilkörper 101, 102 durch eine gegenläufig drehende Bewegung spiralartig ineinander zu verschachteln. Somit ist es möglich, die Form, die Grösse und die Konfiguration der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 beliebig zu variieren, womit der Drallerzeuger 100 ohne Veränderung seiner Baulänge universell einsetzbar ist.

[0021] Aus Fig. 4 geht unter anderen die geometrische Konfiguration von wahlweise vorzusehenden Leitbleche 121a, 121b hervor. Sie haben Strömungseinleitungsfunktion, wobei diese, entsprechend ihrer Länge, das jeweilige Ende der kegeligen Teilkörper 101, 102 in Anströmungsrichtung gegenüber der Verbrennungsluft 115 verlängern. Die Kanalisierung der Verbrennungsluft 115 in den Kegelhohlraum 114 kann durch Öffnen bzw. Schliessen der Leitbleche 121a, 121b um einen im Bereich des Eintritts dieses Kanals in den Kegelhohlraum 114 platzierten Drehpunkt 123 optimiert werden, insbesondere ist dies vonnöten, wenn die ursprüngliche Spaltgrösse der tangentialen Lufteintrittsschlitze 119, 120 dynamisch verändert werden soll, beispielsweise um eine Aenderung der Geschwindigkeit der Verbrennungsluft 115 zu erreichen. Selbstverständlich können diese dynamische Vorkehrungen auch statisch vorgesehen werden, indem bedarfsmässige Leitbleche einen festen Bestandteil mit den kegeligen Teilkörpern 101, 102 bilden.

[0022] Fig. 5 zeigt gegenüber Fig. 4, dass der Drallerzeuger 100 nunmehr aus vier Teilkörpern 130, 131, 132, 133 aufgebaut ist. Die dazugehörigen Längssymmetrieachsen zu jedem Teilkörper sind mit der Buchstabe a gekennzeichnet. Zu dieser Konfiguration ist zu

sagen, dass sie sich aufgrund der damit erzeugten, geringeren Drallstärke und im Zusammenwirken mit einer entsprechend vergrösserten Schlitzbreite bestens eignet, das Aufplatzen der Wirbelströmung abströmungsseitig des Drallerzeugers im Mischrohr zu verhindern, womit das Mischrohr die ihm zugedachte Rolle bestens erfüllen kann.

[0023] Fig. 6 unterscheidet sich gegenüber Fig. 5 insoweit, als hier die Teilkörper 140, 141, 142, 143 eine Schaufelprofilform haben, welche zur Bereitstellung einer gewissen Strömung vorgesehen wird. Ansonsten ist die Betriebsart des Drallerzeugers die gleiche geblieben. Die Zumischung des Brennstoffes 116 in den Verbrennungsluftstromes 115 geschieht aus dem Innern der Schaufelprofile heraus, d.h. die Brennstoffleitung 108 ist nunmehr in die einzelnen Schaufeln integriert. Auch hier sind die Längssymmetrieachsen zu den einzelnen Teilkörpern mit der Buchstabe a gekennzeichnet.

[0024] Fig. 7 zeigt das Uebergangsstück 200 in dreidimensionaler Ansicht. Die Uebergangsgeometrie ist für einen Drallerzeuger 100 mit vier Teilkörpern, entsprechend der Fig. 5 oder 6, aufgebaut. Dementsprechend weist die Uebergangsgeometrie als natürliche Verlängerung der stromauf wirkenden Teilkörper vier Uebergangskanäle 201 auf, wodurch die Kegelviertelfläche der genannten Teilkörper verlängert wird, bis sie die Wand des Mischrohres schneidet. Die gleichen Ueberlegungen gelten auch, wenn der Drallerzeuger aus einem anderen Prinzip, als den unter Fig. 3 beschriebenen, aufgebaut ist. Die nach unten in Strömungsrichtung verlaufende Fläche der einzelnen Uebergangskanäle 201 weist eine in Strömungsrichtung spiralförmig verlaufende Form auf, welche einen sichelförmigen Verlauf beschreibt, entsprechend der Tatsache, dass sich vorliegend der Durchflussquerschnitt des Uebergangsstückes 200 in Strömungsrichtung konisch erweitert. Der Drallwinkel der Uebergangskanäle 201 in Strömungsrichtung ist so gewählt, dass der Rohrströmung anschliessend bis zum Querschnittsprung am Brennkammereintritt noch eine genügend grosse Strecke verbleibt, um eine perfekte Vormischung mit dem eingedüsten Brennstoff zu bewerkstelligen. Ferner erhöht sich durch die oben genannten Massnahmen auch die Axialgeschwindigkeit an der Mischrohrwand stromab des Drallerzeugers. Die Uebergangsgeometrie und die Massnahmen im Bereich des Mischrohres bewirken eine deutliche Steigerung des Axialgeschwindigkeitsprofils zum Mittelpunkt des Mischrohres hin, so dass der Gefahr einer Frühzündung entscheidend entgegengewirkt wird.

[0025] Fig. 8 zeigt die bereits angesprochene Abrisskante, welche am Brenneraustritt gebildet ist. Der Durchflussquerschnitt des Rohres 20 erhält in diesem Bereich einen Uebergangsradius R, dessen Grösse grundsätzlich von der Strömung innerhalb des Rohres 20 abhängt. Dieser Radius R wird so gewählt, dass sich die Strömung an die Wand anlegt und so die Drallzahl

11

EP 0 931 980 A1

12

stark ansteigen lässt. Quantitativ lässt sich die Grösse des Radius R so definieren, dass dieser > 10% des Innendurchmessers d des Rohres 20 beträgt. Gegenüber einer Strömung ohne Radius vergrössert sich nun die Rückströmblase 50 gewaltig. Dieser Radius R verläuft bis zur Austrittsebene des Rohres 20, wobei der Winkel β zwischen Anfang und Ende der Krümmung < 90° beträgt. Entlang des einen Schenkels des Winkels β verläuft die Abrisskante A ins Innere des Rohres 20 und bildet somit eine Abrissstufe S gegenüber dem vorderen Punkt der Abrisskante A, deren Tiefe > 3 mm beträgt. Selbstverständlich kann die hier parall zur Austrittsebene des Rohres 20 verlaufende Kante anhand eines gekrümmten Verlaufs wieder auf Stufe Austrittsebene gebracht werden. Der Winkel β' , der sich zwischen Tangente der Abrisskante A und Senkrechte zur Austrittsebene des Rohres 20 ausbreitet, ist gleich gross wie Winkel β . Die Vorteile dieser Ausbildung dieser Abrisskante gehen aus EP-0 780 629 A2 unter dem Kapitel "Darstellung der Erfindung" hervor. Eine weitere Ausgestaltung der Abrisskante zum selben Zweck lässt sich mit brennkammerseitigen torusähnlichen Einkerbungen erreichen. Diese Druckschrift ist einschliessend des dortigen Schutzzumfangs was die Abrisskante betrifft ein integrierender Bestandteil vorliegender Beschreibung.

Bezugszeichenliste

[0026]

10	Buchsenring
20	Mischrohr, Teil der Mischstrecke 220
21	Bohrungen, Öffnungen
30	Brennkammer, Brennraum
40	Strömung, Rohrströmung im Mischrohr, Hauptströmung
50	Rückströmzone, Rückströmblase
60	Brennerachse
100	Drallerzeuger
101, 102	Kegelförmige Teilkörper
101a	Ringförmiger Anfangsteil
101b, 102b	Längssymmetrieachsen
103	Brennstoffdüse
104	Brennstoffeindüsung
105	Brennstoffspray (Brennstoffeindüsungsprofil)
108, 109	Brennstoffleitungen
112	Flüssiger Brennstoff
113	Gasförmiger Brennstoff
114	Kegelhohlraum
115	Verbrennungsluft (Verbrennungsluftstrom)
116	Brennstoff-Eindüsung aus den Leitungen 108, 109
117	Brennstoffdüsen

119, 120

121a, 121b

123

5 130, 131, 132, 133

131a, 131a, 132a, 133a

140, 141, 142, 143

140a, 141a, 142a, 143a

10 150

160

161

170

180

15 190

200

201

220

20 300

301

302

303

25 304

305

306

307

30 308

309

310

311

Patentansprüche

- 40 1. Brenner zum Betrieb eines Wärmeerzeugers, wobei der Brenner im wesentlichen aus einem Drallerzeuger für einen Verbrennungsluftstrom, aus Mitteln zur Eindüsung mindestens eines Brennstoffes in den Verbrennungsluftstrom besteht, wobei stromab des Drallerzeugers eine Mischstrecke angeordnet ist, welche innerhalb eines ersten Streckenteils in Strömungsrichtung eine Anzahl Uebergangskanäle zur Ueberführung einer im Drallerzeuger gebildeten Strömung in ein stromab dieser Uebergangskanäle nachgeschaltetes Mischrohr aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass im unteren Bereich des Mischrohres (20) mit Wirkung in einen dem Mischrohr (20) nachgeschalteten Brennraum (30) ein gekühltes Pilotbrennersystem (300) angeordnet ist, und dass in das Pilotbrennersystem (300) mindestens eine Zündvorrichtung (311) integriert ist.

Tangentiale Lufteintrittsschlitze
Leitbleche
Drehpunkt der Leitbleche
Teilkörper
Längssymmetrieachsen
Schaufelprofilförmige Teilkörper
Längssymmetrieachsen
Brennstoffkonzentration
Luftmenge, Mischluft
Bohrungen, Öffnungen
Brennstoff-Injektoren
Ringförmige Luftkammer
Ring
Uebergangsstück, Teil der Mischstrecke 220
Uebergangskanäle
Mischstrecke
Pilotbrennersystem
Innere Ringkammer
Nebengeordnete Ringkammer
Gasförmiger Brennstoff
Luftmenge
Gelochte Platte
Bohrungen in den Brennraum, Pilotbrenner
Hitzeschutzblech
Nachgeschaltete Ringkammer
Öffnungen der inneren Ringkammer
Löcher für Prallkühlung des Hitzeschutzbleches
Zündvorrichtung

13

EP 0 931 980 A1

14

2. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Pilotbrennersystem (300) aus mindestens zwei medienführenden Kammern (301, 302) und aus einer weiteren gemeinsamen nachgeschalteten Kammer (308) besteht, dass in dieser nachgeschalteten Kammer (308) die Medien (303, 304) aus den beiden anderen Kammern (301, 302) mischbar sind, und dass die nachgeschaltete Kammer (308) Mittel zur Bildung von in den Brennraum (30) wirkenden vom Gemisch der beiden Medien (303, 304) betreibbaren Pilotbrennern (306) aufweist.
3. Brenner nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass durch die medienführenden Kammern (301, 303) ringförmig und nebengeordnet ausgebildet sind, dass durch die erste Ringkammer (301) ein gasförmiger Brennstoff (303) und durch die zweite Ringkammer (302) eine Luftmenge (304) strömen, dass in der zweiten Ringkammer (302) Mittel (305) eingebaut sind, durch welche die dort strömende Luft (304) eine Prallkühlung auf ein endseitig des Pilotbrennersystems (300) angeordnetes Hitzeschutzblech (307) bewerkstelligt, und dass die Zündvorrichtung (311) durch die zweite Ringkammer (302) herangeleitet ist.
4. Brenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Mittel zur Bildung der Prallkühlung eine in der nebengeordneten Ringkammer (302) bodenbildende gelochte Platte (305) ist.
5. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel aus einem kopfseitig des Drallerzeugers (100) und in Wirkverbindung mit einer Brennstoffdüse (103) angeordneten Ring (190) besteht, dass der Ring (190) eine Anzahl in Umfangsrichtung angeordneter Bohrungen (161) aufweist, und dass in eine durch die Bohrungen (161) strömende Luftmenge (160) ein Brennstoff (170) eindüshar ist.
6. Brenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrungen (161) schräg nach vorne gerichtet sind.
7. Brenner nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffdüse (103) von einer ringförmigen Luftkammer (180) umgeben ist.
8. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennerfront des Mischrohres (20) zur nachgeschalteten Brennraum (30) mit einer Abrisskante (A) ausgebildet ist.
9. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Uebergangskanäle (201) in der Mischstrecke (220) der Anzahl der vom Drallerzeuger (100) gebildeten Teilströme entspricht.
10. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das den Uebergangskanälen (201) nachgeschaltete Mischrohr (20) in Strömungs- und Umfangsrichtung mit Öffnungen (21) zur Eindüsung eines Luftstromes ins Innere des Mischrohres (20) versehen ist.
11. Brenner nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnungen (21) unter einem spitzen Winkel gegenüber der Brennerachse (60) des Mischrohres (20) verlaufen.
12. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchflussquerschnitt des Mischrohres (20) stromab der Uebergangskanäle (201) kleiner, gleich gross oder grösser als der Querschnitt der im Drallerzeuger (100, 100a) gebildeten Strömung (40) ist.
13. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass stromab der Mischstrecke (220) eine Brennkammer (30) angeordnet ist, dass zwischen der Mischstrecke (220) und der Brennkammer (30) ein Querschnittsprung vorhanden ist, der den anfänglichen Strömungsquerschnitt der Brennkammer (30) induziert, und dass im Bereich dieses Querschnittsprunges eine Rückströmzone (50) wirksam ist.
14. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass stromauf der Brennerfront (70) ein Diffusor und/oder eine Venturistrecke vorhanden ist.
15. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Drallerzeuger (100) aus mindestens zwei höhlen, kegelförmigen, in Strömungsrichtung ineinandergeschachtelten Teilkörpern (101, 102; 130, 131, 132, 133; 140, 141, 142, 143) besteht, dass die jeweiligen Längssymmetrieachsen (101b, 102b; 130a, 131a, 132a, 133a; 140a, 141a, 142a, 143a) dieser Teilkörper gegeneinander versetzt verlaufen, dergestalt, dass die benachbarten Wänden der Teilkörper in deren Längserstreckung tangentielle Kanäle (119, 120) für einen Verbrennungsluftstromes (115) bilden, und dass im von den Teilkörpern gebildeten Innenraum (114) mindestens eine Brennstoffdüse (103) wirksam ist.
16. Brenner nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der tangentialen Kanäle (119, 120) in deren Längserstreckung weitere Brennstoffdüsen (117) angeordnet sind.

15

EP 0 931 980 A1

16

17. Brenner nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper (140, 141, 142, 143) im Querschnitt eine schaufelförmige Profilierung aufweisen.

5

18. Brenner nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper in Strömungsrichtung einen festen Kegelwinkel, oder eine zunehmende Kegelneigung, oder eine abnehmende Kegelneigung aufweisen.

10

19. Brenner nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilkörper spiralförmig ineinandergeschachtelt sind.

15

20. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündvorrichtung (311) ein Glühzündstift oder eine Zündkerze ist

20

25

30

35

40

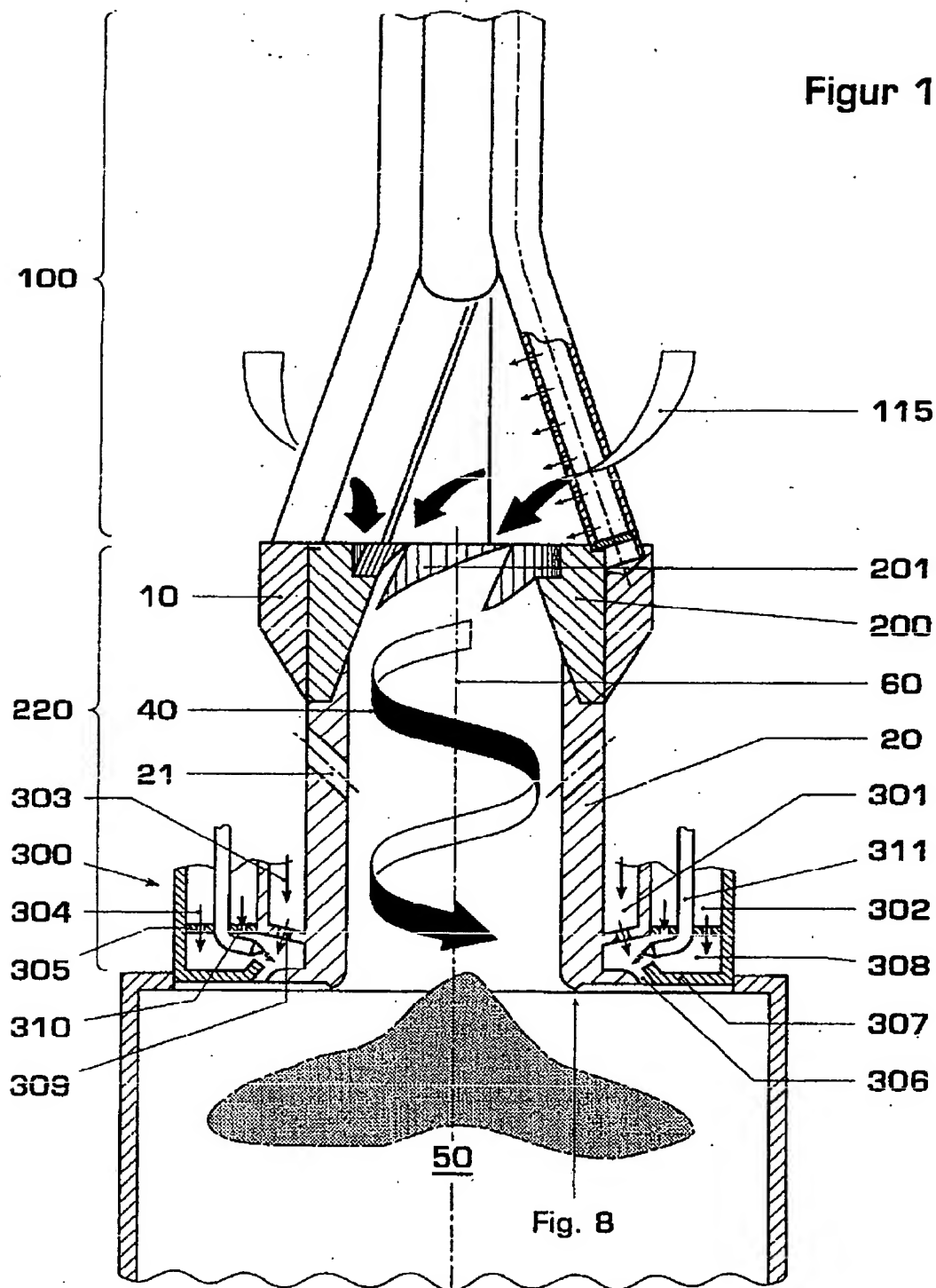
45

50

55

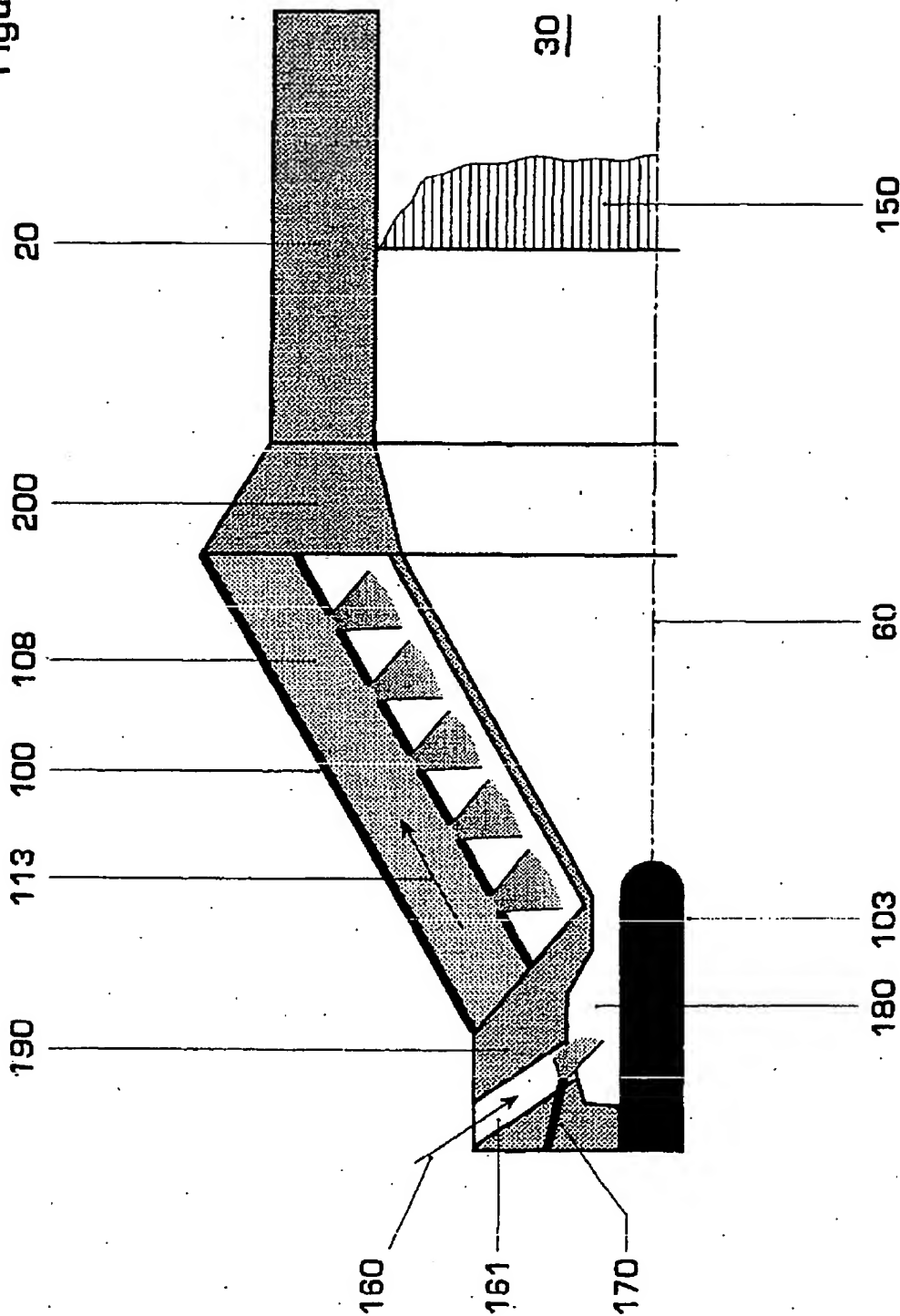
9

EP 0 931 980 A1



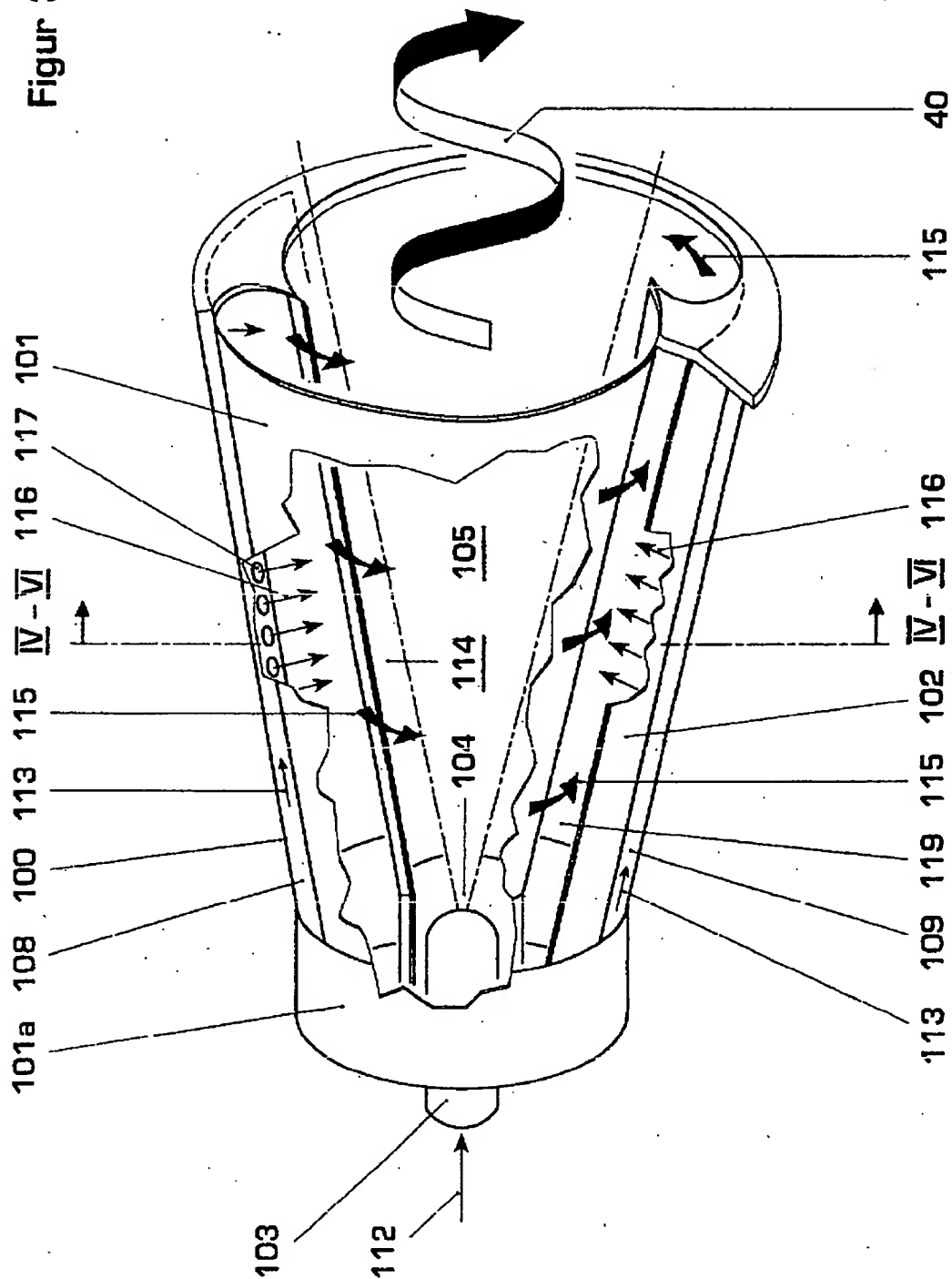
EP 0 931 980 A1

Figur 2

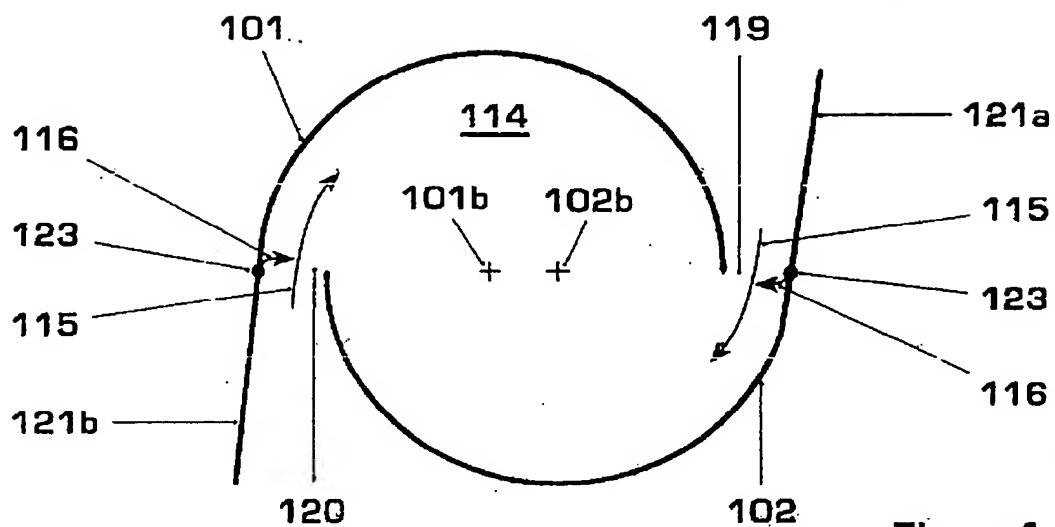


EP 0 931 980 A1

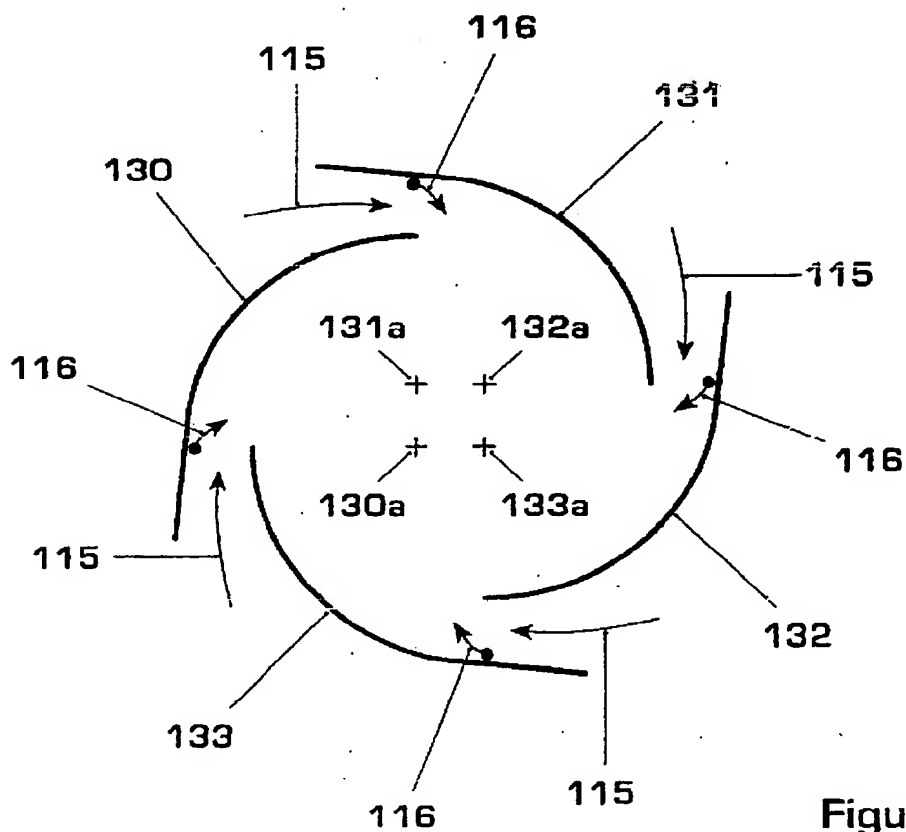
Figur 3



EP 0 931 980 A1



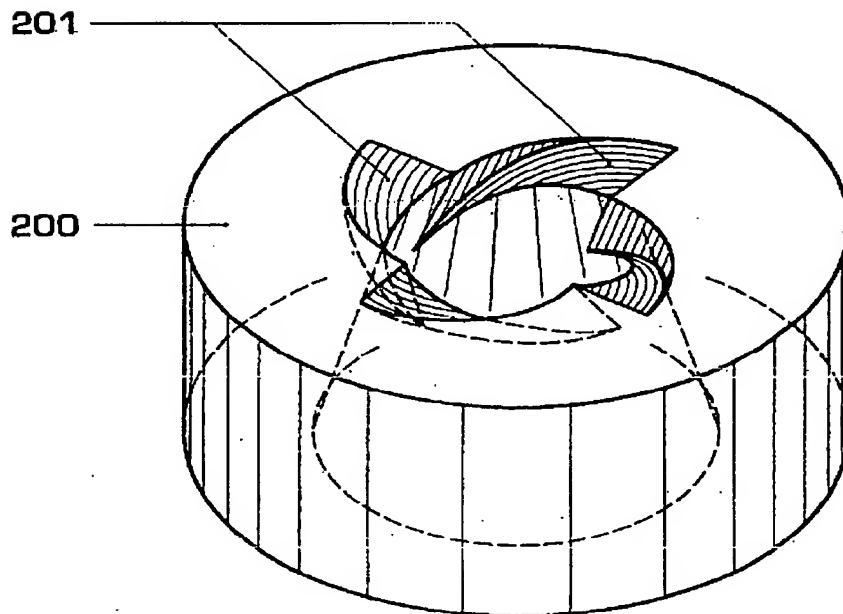
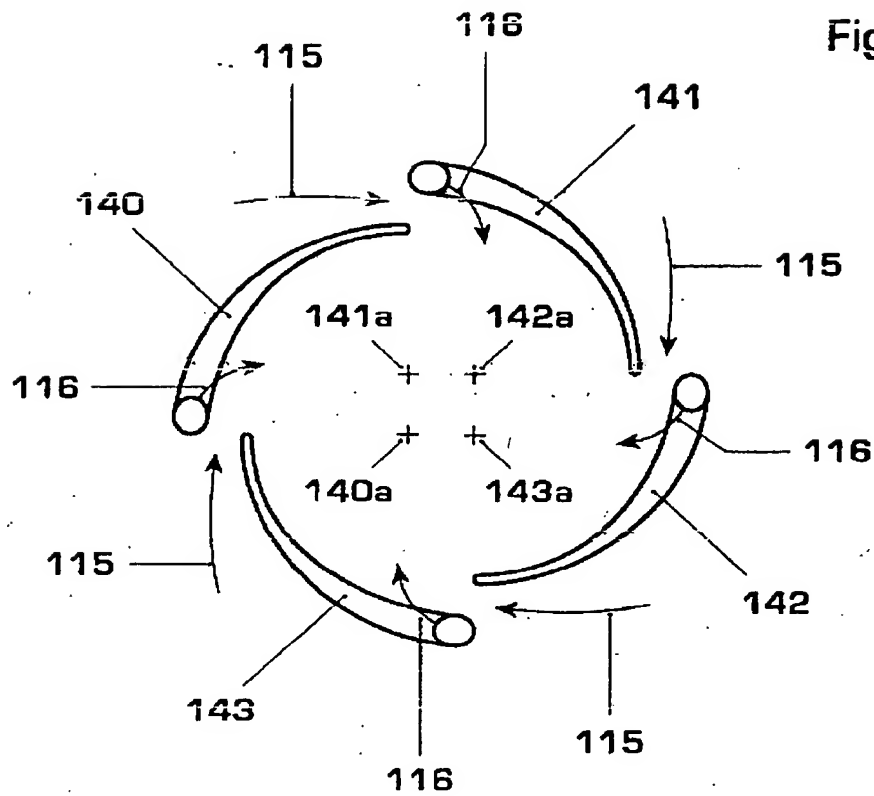
Figur 4



Figur 5

EP 0 931 980 A1

Figur 6



Figur 7

EP 0 931 980 A1

Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 98 81 0037

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.8)
A	EP 0 797 051 A (ABB RESEARCH LTD) 24. September 1997 * Ansprüche 1-17; Abbildungen 1-7 *	1,8-19	F23023/00 F23017/00 F2307/00 F23014/78
A	EP 0 670 456 A (NUOVO PIGNONE SPA) 6. September 1995 * Spalte 2, Zeile 10 - Spalte 2, Zeile 39 * Spalte 3, Zeile 32 - Spalte 3, Zeile 53 * Spalte 4, Zeile 15 - Spalte 4, Zeile 26 * Abbildungen 1,2 *	1-4	
A	EP 0 543 323 A (AICHELIN GMBH) 26. Mai 1993 * Spalte 4, Zeile 47 - Spalte 4, Zeile 58 * Spalte 6, Zeile 14 - Spalte 7, Zeile 13 * Abbildungen 1-4 *	1,3	
A	EP 0 710 797 A (ABB RESEARCH) 8. Mai 1996 * Spalte 4, Zeile 27 - Spalte 5, Zeile 4; Abbildungen 1,2 *	5-7	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.8) F23D F23C
A	EP 0 728 989 A (EUROPEAN GAS TURBINES LIMITED) 28. August 1996		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 9. Juni 1998	Prüfer Phoa, Y
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A technologischer Hintergrund O nichtschriftliche Offenbarung P Zwischenliteratur		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist O: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument 3: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503/03.92 (PAC03)